

ANALISIS KETERSEDIAAN SISTEM PEMBANGKIT BERBASISAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA ANGIN (PLTB) DAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (PLTS)

Herki Desrizal^[1], Iswadi Hasyim Rosma^[2]

^[1]Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro S1, ^[2]Dosen Teknik Elektro
Laboratorium Konversi Teknik Elektro Universitas Riau
Program Studi Teknik Elektro S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293
Email: herkidesrizal17@gmail.com

ABSTRACT

The increasing need for energy and the depletion of petroleum reserves forces people to seek alternative energy sources. Based on the above problems it is necessary to analyse of the availability of generating systems to generate electrical energy pekanbaru city. This study uses a HOMER simulation consisting of Solar Cell (PV), Wind, and Converter. Simulation results of the highest availability of solar energy at 12.00 for 3.86 kw, and wind energy at 16.00 for 3.79 kw. for grouping of the potential winds are in group II that is locations with an average wind speed of 2,5 – 4 m/s. the resulting solar energy can be used for small scale electrical energy conversion system. Design of wind turbine (PLTB) and solar power plants the most optimal based on net present cost of \$ 53.18 and cost of energy (COE) amount 506.\$/kWh. In terms of its economy, the greater the installed renewable energy capacity, will decrease fuel usage levels and cost incurred.

Keywords: PV, Wind, renewable energy, HOMER, Optimazation, Sensitivity, Availability

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan energi yang terus meningkat dan semakin menipisnya cadangan minyak bumi memaksa manusia untuk mencari sumber energi alternatif. Negara-negara maju juga telah bersaing dan berlomba membuat terobosan-terobosan baru untuk mencari dan menggali serta menciptakan teknologi baru yang dapat menggantikan minyak bumi sebagai sumber energi. Pertumbuhan ekonomi dan permintaan kebutuhan akan tenaga listrik yang terus meningkat perlu diimbangi dengan usaha penyediaan tenaga listrik meliputi usaha pembangkitan, transmisi, distribusi dan penjualan tenaga listrik.

Suplai tenaga listrik secara kontinyu dengan mutu yang baik dan memenuhi standar

keselamatan ketenagalistrikan sangat diperlukan guna mewujudkan sistem ketenagalistrikan nasional yang berkelanjutan, andal, aman dan ramah lingkungan (Suhartanto, 2014).

Energi terbarukan yang berkembang pesat didunia saat ini adalah energi Angin dan energi Surya. Masalah utama dari kedua sistem pembangkit tersebut, tidak tersedia secara terus menerus.

Untuk itu, perhitungan analisa terhadap ketersediaan pembangkit listrik tenaga angin dan surya tersebut perlu dilakukan untuk memperkirakan hasil yang didapat dari kedua sistem pembangkit listrik tersebut, serta membandingkan energi yang dihasilkan dari kedua sistem pembangkit tersebut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

a) HOMER (*Hibrid Optimization Model for Electric Renewable*)

HOMER adalah singkatan dari *Hybrid Optimazation Model For Electric Renewables*, salah satu *tool* populer untuk desain sistem PLH menggunakan energi terbarukan. HOMER mensimulasikan dan mengoptimalkan sistem pembangkit baik stand-alone maupun grid-connected yang terdiri dari kombinasi-kombinasi turbin angin, photovoltaic, mikrohidro, biomassa, generator (diesel/bensin), mikroturbine, fuel-cell, baterai, dan penyimpan hidrogen, melayani beban listrik maupun termal. (Lilienthal, 2006).

b) Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang mengkonversi energi foton dari surya menjadi listrik. Konversi ini dilakukan pada panel surya yang terdiri dari sel-sel photovoltaic. Sel-sel ini merupakan lapisan-lapisan dari silikon (Si) murni atau bahan semikonduktor lainnya yang diproses sedemikian rupa, sehingga apabila bahan tersebut mendapat energi foton akan mengeksitasi elektron dari ikatan atomnya menjadi elektron yang bergerak bebas, dan pada akhirnya akan mengeluarkan tegangan listrik arus searah (Miharja, 2009).

Keuntungan-keuntungan pembangkit dengan surya photovoltaic (PV), antara lain :

1. Energi yang digunakan adalah energi yang tersedia secara gratis.
2. Perawatannya murah dan sederhana.
3. Tidak terdapat peralatan yang bergerak, sehingga tidak perlu penggantian suku cadang dan penyetelan pada pelumasan.
4. Peralatan bekerja tanpa suara dan tidak berdampak negatif terhadap lingkungan.
5. Dapat bekerja secara otomatis.

HOMER mengkalkulasikan tegangan keluaran dari sel surya menggunakan persamaan :

$$P_{pv} = f_{pv} Y_{pv} \frac{IT}{IS}$$

Dimana :

f_{pv} : P_v derating factor

Y_{pv} : Daya yang diizinkan dari PV array (kW)

IT : Radiasi secara global pada permukaan PV array (kW/m²)

IS : 1 Kw/m², Standar jumlah radiasi yang digunakan untuk nilai dari kapasitas PV array.

c) Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTB)

Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA) adalah suatu teknologi pembangkit listrik yang merubah potensi angin menjadi energi listrik. Angin adalah udara yang bergerak/mengalir, sehingga memiliki kecepatan, tenaga dan arah. Penyebab dari pergerakan ini adalah pemanasan bumi oleh radiasi matahari.

Daya yang dihasilkan energi angin dirumuskan sebagai berikut:

$$P = k.F.A.E. v^3$$

Dengan P = daya (kw)

K = konstanta = $1,37 \cdot 10^{-5}$

F = faktor = 0,5926

E = efisiensi rotor dan peralatan lain

v = kecepatan angin (m/det)

2.5.1 Konversi Energi

Pada pembangkit listrik tenaga kincir angin, energi angin dikonversikan menjadi energi listrik.

Penggolongan Kincir Angin :

- A Tipe baling-baling (*propeller*), pada tipe ini kincir angin diletakkan sejajar terhadap arah hembusan angin.
- B. Tipe pengocok telur (*eggbeater*), pada tipe ini kincir angin diletakkan tegak lurus terhadap arah hembusan angin.

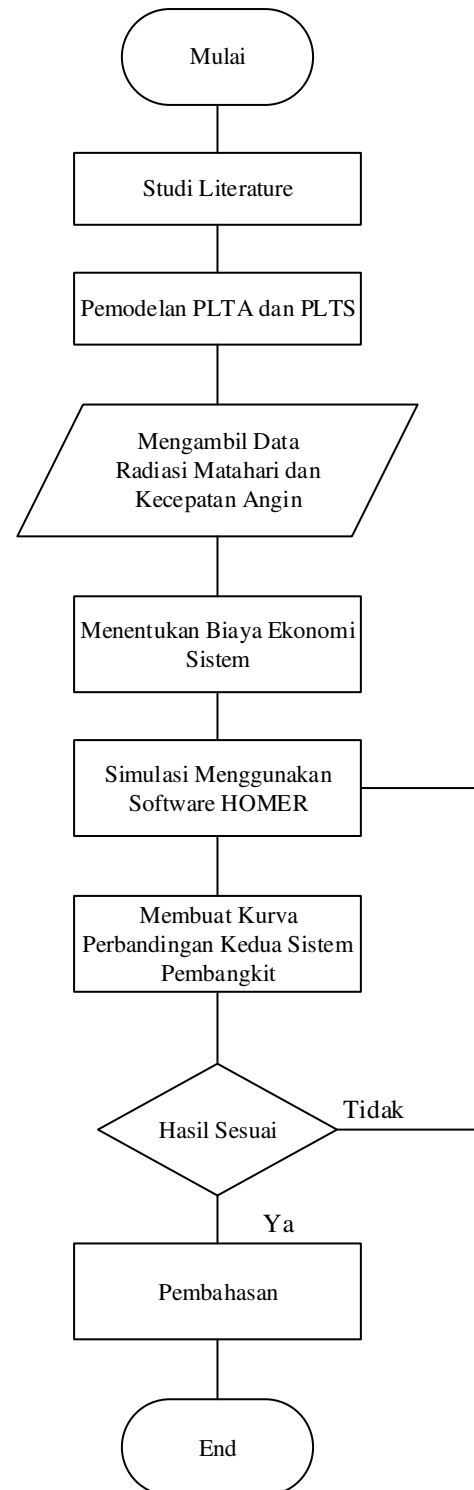
III. METODELOGI PENELITIAN

Pada penelitian ini dilakukan di Lab. Konversi Energi Listrik Fakultas Teknik Universitas Riau Pekanbaru. Data yang dibutuhkan diambil dari NASA (*National Aeronautics and Space Administration*) kota pekanbaru, dan data lain yang mendukung dalam penelitian ini. Waktu penelitian ini dilakukan pada tanggal 9 maret 2017.

a) Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini mencakup studi pustaka, penentuan parameter hibrida, pengambilan data, perancangan model, pengujian, analisa data dan kesimpulan.

Pemanfaatan energi terbarukan terutama berbasisan Pembangkit Listrik Tenaga (PLTA) dan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat dilakukan dengan pendekatan yang berbeda



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

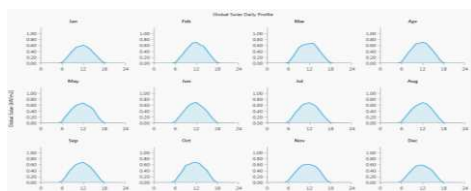
Pada gambar 3.1 diatas menunjukkan proses penentuan ketersediaan daya yang dihasilkan oleh PLTS dan PLTB menggunakan HOMER. Penelitian dimulai dengan Studi literature, pemodelan PLTS dan PLTB, selanjutnya pengambilan data radiasi matahari dan kecepatan angin, selanjutnya menentukan biaya ekonomi sistem, kemudian simulasi menggunakan Software HOMER, selanjutnya membuat kurva, apabila hasilnya sesuai maka dilanjutkan dengan pembahasan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Parameter Ketersediaan Pembangkit yang Digunakan

A. Sumber Daya Matahari

Lokasi penelitian dilakukan Kota Pekanbaru, Riau 28293, Indonesia terletak pada koordinat lintang utara 101.4477793 South dan garis bujur 0.5070677 east. Data radiasi matahari didapatkan dari data *surface meteorology and solar energy database* dari *National aeronautics and space administration* (NASA), database NASA berasal dari parameter meteorologi dan energi matahari yang dicatat selama 22 tahun oleh lebih dari 200 satelit, akurasi datanya yaitu 6-12 % (NASA, 2010), digunakan sebagai sumber informasi untuk menghasilkan radiasi matahari Di Kota Pekanbaru, didapatlah rata-rata radiasi Di Kota Pekanbaru sebesar 4,82 kWh/day.



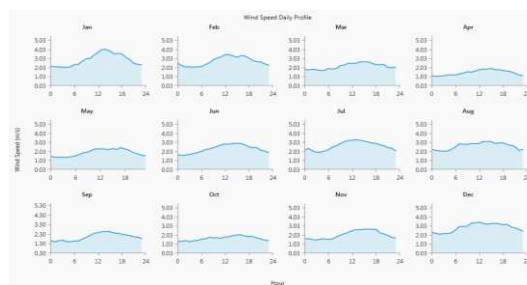
Gambar 4.1 Kurva rata-rata radiasi matahari selama setahun (kW/m²)

Gambar 4.1 Merupakan kurva rata-rata radiasi matahari selama setahun Di Kota Pekanbaru, berdasarkan kurva diatas dapat

diketahui rata-rata radiasi matahari selama setahun yaitu sebesar 4.82 kWh/day.

B. Sumber Energi Angin

Data kecepatan angin dikota pekanbaru juga didapat dari situs NASA *Surface meteorology and solar energy database, wind speed 50 m* selama periode 10 tahun, dimana HOMER masuk kesitus resmi NASA tersebut. Didapat lah kecepatan rata-rata angin pertahun Di Kota Pekanbaru sebesar 2.27 m/s. dimana kecepatan angin yang paling tinggi adalah pada bulan januari dan pada bulan desember sebesar 2.870 m/s dan kecepatan angin yang terendah terdapat pada bulan april yaitu sebesar 1.460 m/s.



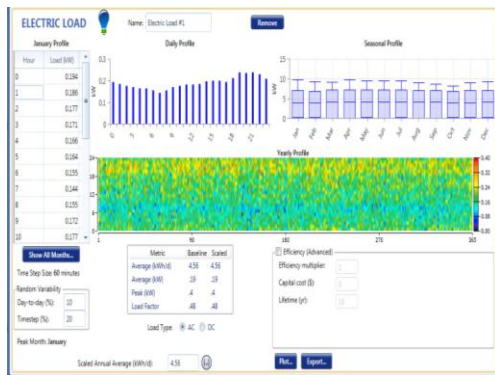
Gambar 4.2 Kurva rata-rata kecepatan angin selama setahun Di Pekanbaru

Gambar 4.2 Merupakan kurva rata-rata kecepatan angin selama setahun Di Kota Pekanbaru, berdasarkan kurva diatas dapat diketahui rata-rata kecepatan angin selama setahun yaitu sebesar 2.27 m/s.

4.2 Parameter Masukan Data Pada HOMER

4.2.1 Data Beban Harian

Data beban harian diambil dari data beban Gardu Induk Garuda Sakti Di Kota Pekanbaru, dimana parameter masukan data beban harian pada HOMER dapat dilihat pada gambar dibawah ini.

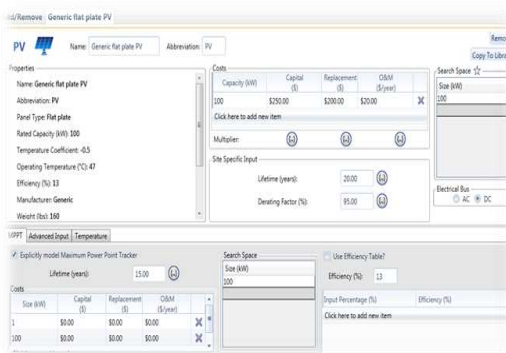


Gambar 4.3 Input parameter masukan data beban harian pada HOMER

Gambar 4.3 Merupakan parameter masukan data beban harian dari Software HOMER.

4.2.2 Input Parameter Masukan Photovoltaic (PV)

Panel surya yang digunakan adalah *Generic Flat Plate PV*, dengan satu panel surya berkapasitas 100 kw, dengan temperature 47°C , *efficiency* 13%, Weight 160 lbs, *footprint* (in²) 9000. Harga satu panel surya 100W yaitu Rp.1.928.000 Biaya tersebut sudah termasuk biaya pengiriman secara *online*.

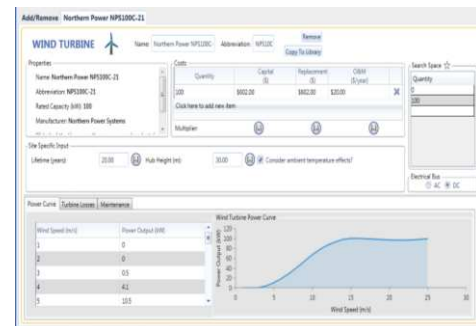


Gambar 4.4 Parameter masukan photovoltaic (PV)

Gambar 4.4 Merupakan parameter masukan photovoltaic (PV) dari Software HOMER.

4.2.3 Input Parameter Masukan Turbin Angin

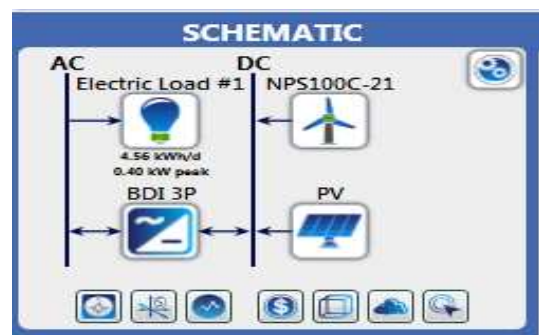
Untuk inputan yang dibutuhkan software HOMER dalam instalasi *wind turbin* ini meliputi biaya capital, kecepatan angin, dan ketinggian. Untuk perhitungan ekonomi meliputi biaya konstruksi pembangunan *wind turbin*, hanya *wind turbin* generator. HOMER akan menghitung daya keluaran wind turbin dan kecepatan angin.



Gambar 4.5 Parameter Masukan Turbin Angin

Gambar 4.5 Merupakan parameter masukan Turbin Angin dari Software HOMER.

4.3 Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dan Pembangkit Listrik Tenaga Angin (PLTA)



Gambar 4.6 Pemodelan sistem menggunakan HOMER

Gambar 4.6 Merupakan Pemodelan sistem menggunakan HOMER, dari pemodelan diatas maka di dapatlah hasil perancangan sistem PLTB dan PLTS.

4.4 Hasil Perancangan Sistem

4.4.1 Optimazation Result

Optimazation Result adalah hasil nilai optimal dari konfigurasi sistem dimana variabel dapat diubah-ubah sesuai keinginan pengguna, misalnya kapasitas daya PV, jumlah turbin angin yang digunakan, dll.

Pada kasus ketersediaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) didapat hasil konfigurasi sistemnya berupa 100 kw panel surya, 125 kw konverter dan 100 kw turbin angin.

Konfigurasi dipilih pada baris pertama berdasarkan total *Net Present Cost* (NPC) terendah yaitu sebesar Rp. 120.500 dengan *Initial Cost* sebesar Rp. 66,789 , O&M sebesar Rp.2,050 dan *Cost Of Energy* (COE) sebesar Rp. 48,5. Homer mendapatkan nilai *Renewable Fraction*nya sebesar 100%, selama proyek berlangsung.

Architecture			Cost			System
PV (Kw)	Turbin Angin (kw)	Conv erter (Kw)	COE (Rp)	NPC (Rp)	Initia Cost (Rp)	Ren Frac (%)
100	100	125	48,5	120.500	66,789	100

Gambar 4.7 Hasil Optimasi kecepatan angin rata-rata 2,27 m/s dan radiasi matahari rata-rata 4,82 kWh/m2/d

Gambar 4.7 Merupakan Hasil Optimasi kecepatan angin rata-rata 2,27 m/s dan radiasi matahari rata-rata 4,82 kWh/m2/d.

4.4.2 Sensitivity Result

Sensitivity Result adalah hasil konfigurasi sistem yang optimal apabila nilai parameter masukan berbeda-beda, yang terdiri dari kofigurasi bahan bakar, suku bunga pertahun, dll.

Hasil sensitivity kedua sistem pembangkit memperlihatkan biaya *Nett Present Cost* (NPC) sebesar Rp. 400.000, biaya *cost of energy* (COE) sebesar Rp. 48,5

Architecture			Cost		System
PV (kw)	Turbin Angin (kw)	Conv erter (kw)	COE (Rp)	NPC (Rp)	Ren Frac (%)
100	100	125	48,5	400.000	100

Gambar 4.8 Hasil sensitivitas sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA)

Gambar 4.8 Merupakan Hasil sensitivitas sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga angin (PLTA).

4.4.3 Electrical Simulation Result

Electrical Simulation Result adalah hasil produksi energi listrik yang dihasilkan oleh kedua sistem pembangkit yang digunakan.

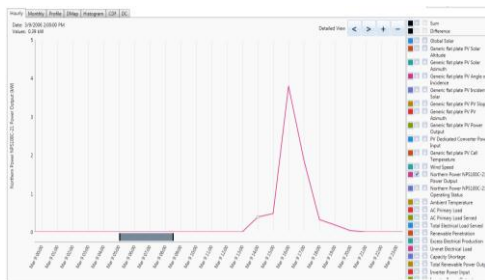
Production	KWh/yr	%
PV	20.648	2.50
Turbin Angin	798.940	97.50
Total	819.408	100

Gambar 4.9 *Electrical Simulation Result*

Gambar 4.9 Merupakan Hasil *Electrical Simulation Result*. Dari gambar diatas bisa menentukan berapa daya yang di dihasilkan PLTB dan PLTS Di Kota Pekanbaru.

4.5 Analisa Ketersediaan Pembangkit Listrik Tenaga Angin Untuk Menghasilkan Energi Listrik Dalam Kurun 24 Jam

Kurva energi yang dihasilkan dari simulasi energi yang dihasilkan PLTA menggunakan HOMER bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Kurva Energi yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin

Gambar 4.10 Merupakan Kurva Energi yang dihasilkan pembangkit listrik tenaga angin, dari kurva diatas dapat dilihat jumlah energi yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Angin dalam kurun waktu 24 jam Di Kota Pekanbaru.

V. PENUTUP

A KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi program Konfigurasi yang paling optimal untuk ketersediaan pembangkit listrik energi terbarukan Di Kota Pekanbaru selama 24 jam yaitu ketersediaan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS), dimana rata-rata potensi radiasi matahari di kota pekanbaru sebesar 4.82 kWh/m²/day, sedangkan untuk pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) rata-rata potensi

kecepatan angin yang dihasilkan sebesar 2.27 m/s.

Desain sistem pembangkit listrik tenaga angin (PLTA) dan pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) yang paling optimal berdasarkan ketersediaan pembangkit listrik dipekanbaru adalah ketersediaan pembangkit listrik tenaga surya, karena radiasi matahari Di Kota Pekanbaru cukup tinggi, dan energi yang dihasilkan juga digunakan untuk sistem konversi energi listrik skala kecil.

B SARAN

Penelitian ini diharapkan dapat turut serta dalam pengembangan energi terbarukan dan aplikasinya, kajian ilmu diharapkan dapat ditindak lanjut berupa aplikasi sistem pembangkit energi terbarukan yang ada Di Pekanbaru.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Abdulkarim, S.M. Abdulkader, D.J. Morrow, A.J. Falade, A.U. Lawan, dan Iswadi HR. "Effect Of Weather and the Hybrid Energy Storage on the Availability of Standalone Microgrid." *International Journal of Renewable Energy Research* 6, no. Renewable energy (2016): 1-10.
- ABB, Q. (2010).
- Bawan, E. K. (2009). Analisa Potensi Energi Terbarukan Di Kabupaten Kaimana. *SMARTek*, 82-91.
- ETAP. (2015).
- Firinca S.D, Mircea. I. (2015). *Simulation Of The Systems With Renewable Energy. Journal Of Sustainable Energy*, 163-167.
- Lilienthal, T. G. (2005). *Using HOMER® Software, NREL's Micropower Optimazation Model To Explore the*

- Role of Gen-sets in Small Solar Power System. National Renewable Energy Laboratory*, 1-31.
- Miharja, F. (2009). Perencanaan Dan Manajemen Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid (Angin/Surya/Fuel Cell). Institut Teknologi Sepuluh November, 1-5.
- NASA. (2010).
- Novi Kurniasih, R. N. (2015). *Analisis Mode Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Hibrid Microhydro Photovoltaic Array Menggunakan Homer*. Jurnal Nasional Teknik Elektro, 30-40.
- Quaschnig, V. (2005). *Understanding Renewable Energy System*. Earthscan Publications Ltd.
- SHARP. (2011). *SHARP*.
- Suhartanto, T. (2014). Tenaga Hibrid (Angin dan Surya) di Pantai Baru Pandansimo Bantul Yogyakarta. *JNTETI*, 76-82.